

PABRIK SODIUM THIOSULFATE
DENGAN PROSES ABSORBSI
(REAKSI SULFUR DIOXIDE)

PRA RENCANA PABRIK



Oleh :

GRESI NILANSARI

073101 0060

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2011

LEMBAR PENGESAHAN

PABRIK SODIUM THIOSULFATE

DENGAN PROSES ABSORBSI

(REAKSI SULFUR DIOXIDE)

Oleh :

GRESI NILANSARI
073101 0060

Disetujui untuk diajukan dalam ujian lisan

Dosen Pembimbing

Ir. RETNO DEWATI, MT
NIP. 19600112 198703 2 001

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dan dengan segala rahmat serta karuniaNya sehingga penyusun telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Sodium Thiosulfate Dengan Proses Absorpsi (Reaksi Sulfur Dioxide)”, dimana Tugas Akhir ini merupakan tugas yang diberikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan kesarjana di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional Surabaya.

Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Sodium Thiosulfate Dengan Proses Absorpsi (Reaksi Sulfur Dioxide)” ini disusun berdasarkan pada beberapa sumber yang berasal dari beberapa literatur, data-data, majalah kimia, dan internet.

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih atas segala bantuan baik berupa saran, sarana maupun prasarana sampai tersusunnya Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Ir. Sutiyono, MT
Selaku Dekan FTI UPN “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Ir. Retno Dewati, MT
Selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, FTI, UPN “Veteran” Jawa Timur,
dan selaku dosen pembimbing.
3. Dosen Jurusan Teknik Kimia, FTI, UPN “Veteran” Jawa Timur.
4. Seluruh Civitas Akademik Jurusan Teknik Kimia, FTI, UPN
“Veteran” Jawa Timur.

5. Kedua orangtua kami yang selalu mendoakan kami.
6. Semua pihak yang telah membantu , memberikan bantuan, saran serta dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu segala kritik dan saran yang membangun kami harapkan dalam sempurnanya tugas akhir ini.

Sebagai akhir kata, penyusun mengharapkan semoga Tugas Akhir yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknologi Industri jurusan Teknik Kimia.

Surabaya , April 2011

Penyusun,

INTISARI

Perencanaan pabrik sodium thiosulfate ini diharapkan dapat berproduksi dengan kapasitas 20.000 ton sodium thiosulfate pentahydrate/tahun dalam bentuk padat. Pabrik beroperasi secara continuous selama 330 hari dalam setahun.

Perkembangan industri sodium thiosulfate cukup menjanjikan, dimana diketemukan bahwa penggunaan sodium thiosulfate cukup efektif dalam proses pencucian mineral emas. Secara singkat, uraian proses dari pabrik sodium thiosulfate pentahydrate sebagai berikut :

Pertama-tama larutan soda ash diabsorpsi dengan gas sulfur dioxide membentuk sodium bisulfite. Sodium bisulfite kemudian direaksikan dengan soda ash dan sulfur membentuk sodium thiosulfate. Larutan sodium thiosulfate kemudian dipekatkan pada evaporator untuk kemudian dikristalisasi menjadi sodium thiosulfate pentahydrate. Kristal kemudian difiltrasi, dikeringkan dan dihaluskan sebagai produk akhir.

Pendirian pabrik berlokasi di Manyar, Gresik dengan ketentuan :

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas
Sistem Organisasi	: Garis dan Staff
Jumlah Karyawan	: 198 orang
Sistem Operasi	: Continuous
Waktu Operasi	: 330 hari/tahun ; 24 jam/hari

Analisa Ekonomi :

* Massa Konstruksi	: 2 Tahun
* Umur Pabrik	: 10 Tahun
* Fixed Capital Investment (FCI)	: Rp. 30.566.854.000
* Working Capital Investment (WCI)	: Rp. 3.888.062.000
* Total Capital Investment (TCI)	: Rp. 34.454.916.000
* Biaya Bahan Baku (1 tahun)	: Rp. 29.177.066.000
* Biaya Utilitas (1 tahun)	: Rp. 4.560.064.000
- Steam	= 141.960 lb/hari
- Air pendingin	= 86 M ³ /hari
- Listrik	= 4.872 kWh/hari
- Bahan Bakar	= 1.368 liter/hari
* Biaya Produksi Total (Total Production Cost)	: Rp. 46.656.742.000
* Hasil Penjualan Produk (Sale Income)	: Rp. 68.564.546.000
* Bunga Bank (Kredit Investasi Bank Mandiri)	: 13,5%
* Internal Rate of Return	: 26,57%
* Rate On Investment	: 23,68%
* Pay Out Periode	: 3,6 Tahun
* Break Even Point (BEP)	: 30%

DAFTAR TABEL

Tabel VII.1. Instrumentasi pada Pabrik	VII - 5
Tabel VII.2. Jenis Dan Jumlah Fire – Extinguisher	VII - 7
Tabel VIII.2.1. Baku mutu air baku harian	VIII-7
Tabel VIII.2.3. Karakteristik Air boiler dan Air pendingin	VIII-9
Tabel VIII.4.1. Kebutuhan Listrik Untuk Peralatan Proses Dan Utilitas	VIII-60
Tabel VIII.4.2. Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan Ruang Pabrik Dan Daerah Proses	VIII-62
Tabel IX.1. Pembagian Luas Pabrik	IX - 8
Tabel X.1. Jadwal Kerja Karyawan Proses	X - 11
Tabel X.2. Perincian Jumlah Tenaga Kerja	X - 13
Tabel XI.4.A. Hubungan kapasitas produksi dan biaya produksi ...	XI - 8
Tabel XI.4.B. Hubungan antara tahun konstruksi dengan modal sendiri	XI - 9
Tabel XI.4.C. Hubungan antara tahun konstruksi dengan modal pinjaman	XI - 9
Tabel XI.4.D. Tabel Cash Flow	XI - 10
Tabel XI.4.E. Pay Out Periode	XI - 14
Tabel XI.4.F. Perhitungan discounted cash flow rate of return	XI - 15

DAFTAR GAMBAR

Gambar IX.1 Lay Out Pabrik	IX - 9
Gambar IX.2 Peta Lokasi Pabrik	IX - 10
Gambar IX.3 Lay Out Peralatan Pabrik	IX - 11
Gambar X.1 Struktur Organisasi Perusahaan	X - 14
Gambar XI.1 Grafik BEP	XI - 17

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
INTISARI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR ISI	viii
BAB I PENDAHULUAN	I – 1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	II – 1
BAB III NERACA MASSA	III – 1
BAB IV NERACA PANAS	IV – 1
BAB V SPESIFIKASI ALAT	V – 1
BAB VI PERENCANAAN ALAT UTAMA	VI – 1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VII – 1
BAB VIII UTILITAS	VIII – 1
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	IX – 1
BAB X ORGANISASI PERUSAHAAN	X – 1
BAB XI ANALISA EKONOMI	XI – 1
BAB XII PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN	XII – 1
DAFTAR PUSTAKA	

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Sodium thiosulfate atau sodium hyposulfite merupakan kristal hidrat dengan 5 molekul air yang terikat sehingga disebut sodium thiosulfate pentahydrate. Sodium thiosulfate mempunyai kegunaan utama pada bidang photographic yang berfungsi sebagai bahan pembantu pemrosesan cetak photo maupun cetak biru.

Perkembangan industri sodium thiosulfate cukup menjanjikan, dimana ditemukan bahwa penggunaan sodium thiosulfate cukup efektif dalam proses pencucian mineral emas. Pencucian mineral atau hasil tambang emas dengan menggunakan larutan sodium thiosulfate dapat mempercepat proses pemisahan emas dari impuritis, karena hasil ikatan berupa ion $[\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{-3}$ merupakan senyawa kompleks yang kuat.

Industri Sodium thiosulfate di Indonesia mempunyai perkembangan yang stabil, hal ini dapat dilihat dengan berkembangnya industri photographic, pencucian chrome, industri tekstil, dan pengolahan limbah cair di Indonesia. Pendirian pabrik Sodium thiosulfate di Indonesia mempunyai peluang investasi yang menjanjikan dan mempunyai profitabilitas yang tinggi.

I.2. Manfaat

Manfaat lebih lanjut dengan didirikannya pabrik ini diharapkan dapat mengurangi impor sodium thiosulfate, sehingga Indonesia tidak mengimpor sodium thiosulfate. Dengan demikian dapat mendorong pertumbuhan industri-industri kimia, menciptakan lapangan pekerjaan, mengurangi pengangguran dan yang terakhir diharapkan dapat menumbuhkan serta memperkuat perekonomian di Indonesia. Kebutuhan sodium thiosulfate di Indonesia dipenuhi oleh beberapa negara pengimpor. Sampai saat ini Indonesia masih membutuhkan sodium thiosulfate dari negara-negara penghasil sodium thiosulfate.

I.3. Aspek Ekonomi

Sodium thiosulfate sangat penting dalam industri photographic, dimana sodium thiosulfate merupakan bahan baku utama untuk proses pencetakan photo. Data kebutuhan dari Departemen Perindustrian dan Perdagangan tahun 2005-2009 terlihat pada table I.1, sehingga kebutuhan pada tahun 2012 dapat ditentukan dengan metode regresi linier sehingga penentuan prediksi kapasitas produksi dapat direncanakan.

Tabel I.1. Data impor Sodium thiosulfate

Tahun	Kebutuhan (ton/th)
2005	9.856.492
2006	2.950.415
2007	12.155.372
2008	31.131.538
2009	29.641.050

Sumber : Deperindag

Hasil perhitungan :

Data (n)	Tahun (x)	Kebutuhan (ton/th) (y)	xy	x ²
1	2.005	9.856.492	19762266460	4.020.025
2	2.006	2.950.415	5918532490	4.024.036
3	2.007	12.155.372	24395831604	4.028.049
4	2.008	31.131.538	62512128304	4.032.064
5	2.009	29.641.050	59548869450	4.036.081
S	10.035	85.734.867	172.137.628.308	20.140.255

Digunakan regresi linier, dengan persamaan : $y = a + b(x - \bar{x})$ (Peters : 760)

Dengan : $a = \bar{y}$ (rata-rata harga y : kapasitas)

$$b = \frac{S_{x_i y_i} - \frac{S_x S_y}{n}}{S_x^2 - \frac{(S_x)^2}{n}} \quad (n = \text{jumlah data}) \quad (x = \text{tahun})$$

Didapat : $a = (85.734.867/5) = 17.146.973$

$$b = \frac{172.137.628.308 - \frac{10.035 \cdot 85.734.867}{5}}{20.140.255^2 - \frac{(10.035)^2}{5}} = 6.775.024$$

$$\bar{x} = (10.035/5) = 2.007$$

$$y = a + b(x - \bar{x})$$

$$y = 17.146.973 + 6.775.024 (x - 2.007)$$

Berdasarkan metode regresi linier diatas, maka didapat kebutuhan Indonesia pada tahun 2012 adalah sebesar : $y = 17.146.973 + 6.775.024 (2012 - 2.007)$

$$= 51.022.093 \text{ kg/th} \gg 52.000 \text{ ton/th}$$

Untuk kapasitas pabrik terpasang digunakan 40% kebutuhan Indonesia :

$$\text{Kapasitas produksi terpasang} = 40\% \times 52.000 \text{ ton/th} = 20.000 \text{ ton/th}$$

$$\text{Kapasitas produksi harian} = 20.000 \text{ ton/th} / 330 \text{ hari/th}$$

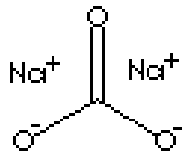
$$\gg \pm 60 \text{ ton/hari}$$

Dengan demikian, maka penting sekali adanya perencanaan pendirian pabrik *sodium thiosulfate* di Indonesia. Hal ini membantu industri-industri kimia di dalam negeri dalam penyediaan bahan baku dan bila memungkinkan untuk komoditi ekspor yang dapat meningkatkan devisa negara.

I.4. Sifat Bahan Baku dan Produk

Bahan Baku :

I.4.A. Soda Ash (Chemicaland21, Wikipedia, Perry 7^{ed})

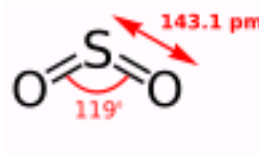
Nama Lain	: Sodium carbonate
Rumus Molekul	: Na_2CO_3 (komponen utama)
Rumus Bangun	: 
Berat Molekul	: 106
Warna	: putih
Bau	: tidak berbau
Bentuk	: serbuk 100 mesh
Specific gravity	: 2,533
Melting point	: 851°C (1 atm)
Boiling point	: terdekomposisi diatas 851°C
Solubility, cold water	: 7,1 kg / 100 kg H ₂ O (H ₂ O=0°C)
Solubility, hot water	: 48,5 kg / 100 kg H ₂ O (H ₂ O=104°C)

Komposisi soda ash : (SREE Int. Indonesia)

Komponen	% Berat
Na_2CO_3	99,70%
Impuritis	0,20%
H_2O	0,10%
	100,00%

I.4.B. Sulfur Dioxide (Chemicaland21, Wikipedia, Perry 7^{ed})

Nama Lain : Sulfurous anhydride
Rumus Molekul : SO₂ (komponen utama)
Rumus Bangun :

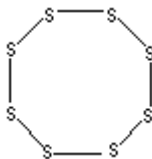


Berat Molekul : 64
Warna : tidak berwarna
Bau : berbau sulfur
Bentuk : gas
Specific gravity : 1,434
Melting point : -75,5°C (1 atm)
Boiling point : -10°C (1 atm)
Solubility, cold water : 22,8 kg / 100 kg H₂O (H₂O=0°C)
Solubility, hot water : 4,55 kg / 100 kg H₂O (H₂O=100°C)

Komposisi sulfur dioxide : (SCSG Inst.)

Komponen	% Berat
SO ₂	99,90%
O ₂	0,10%
	100,00%

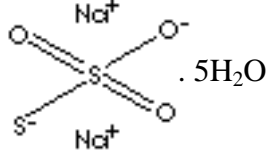
I.4.C. Sulfur (Chemicaland21, Wikipedia, Perry 7^{ed})

Nama Lain	: Sulphur
Rumus Molekul	: S (komponen utama)
Rumus Bangun	: 
Berat Molekul	: 32
Warna	: kuning
Bau	: berbau sulfur
Bentuk	: serbuk 100 mesh
Specific gravity	: 2,046
Melting point	: 120°C (1 atm)
Boiling point	: 444,6°C (1 atm)
Solubility, cold water	: tidak larut
Solubility, hot water	: tidak larut

Komposisi sulfur : (Tjakra Tunggal)

Komponen	% Berat
S	99,90%
H ₂ O	0,10%
	100,00%

Produk :**I.4.D. Sodium thiosulfate** (Chemicaland21, Wikipedia, Perry 7^{ed})

Nama Lain	: Sodium hyposulfite
Rumus Molekul	: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (komponen utama)
Rumus Bangun	: 
Berat Molekul	: 248
Warna	: putih
Bau	: tidak berbau
Bentuk	: powder 100 mesh
Specific gravity	: 1,685
Melting point	: 48°C
Boiling point	: terdekomposisi diatas 48°C
Solubility, cold water	: 74,7 kg / 100 kg H_2O ($\text{H}_2\text{O}=0^\circ\text{C}$)
Solubility, hot water	: 301,8 kg/100 kg H_2O ($\text{H}_2\text{O}=100^\circ\text{C}$)

Komposisi Sodium thiosulfate : (chemicaland21)

Kadar Sodium thiosulfate = minimal 99,5%

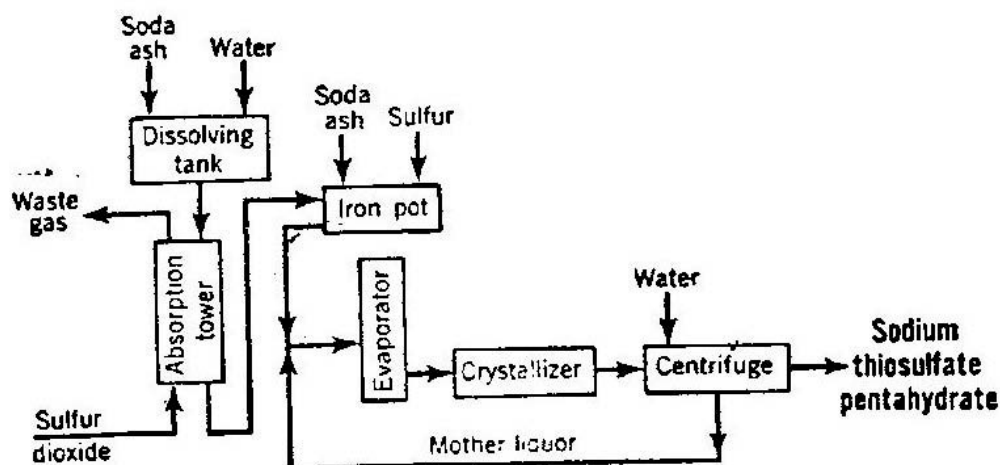
BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1. Macam Proses

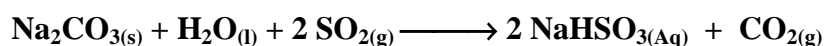
Secara umum terdapat dua proses pembuatan sodium thiosulfate yaitu : proses absorpsi dan proses digesting. Secara ringkas macam pembuatan sodium thiosulfate adalah :

II.1.1. Proses Absorpsi Dengan Proses Absorpsi

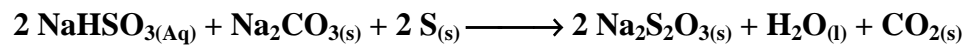


Pada proses ini bahan baku yang digunakan adalah soda ash, sulfur dioxide dan sulfur. Pertama-tama soda ash dilarutkan dalam dissolving tank dengan penambahan air proses dari utilitas. Larutan soda ash kemudian diumpankan ke kolom absorpsi untuk proses penyerapan. Pada kolom absorpsi larutan soda ash diserap dengan gas sulfur dioxide secara berlawanan arah.

Reaksi yang terjadi :

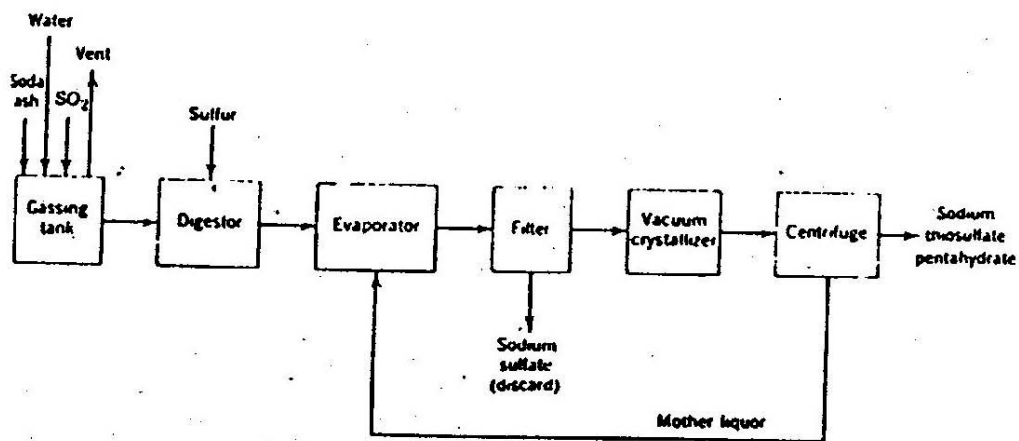


Larutan sodium bisulfite hasil penyerapan kemudian diumpankan ke iron pot untuk proses netralisasi sodium bisulfite menjadi sodium thiosulfate dengan penambahan soda ash dan sulfur. Reaksi yang terjadi :



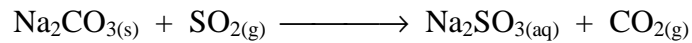
Larutan sodium thiosulfate kemudian dipekatkan pada evaporator, kemudian larutan pekat sodium thiosulfate dikristalisasi menjadi sodium thiosulfate pentahydrate pada crystallizer. Kristal dan mother liquor kemudian dipisahkan pada centrifuge, dimana mother liquor direcycle kembali ke evaporator, sedangkan kristal sodium thiosulfate diambil sebagai produk akhir. Yields sodium thiosulfate mencapai 85%.

II.1.2. Proses Digesting

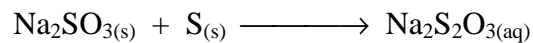


Pada proses ini bahan baku yang digunakan adalah soda ash, sulfur dioxide dan sulfur. Pertama-tama soda ash ditambah dengan air proses untuk kemudian dihembuskan gas sulfur dioxide pada bagian bawah gassing tank.

Reaksi yang terjadi :



Larutan sodium sulfite kemudian diumpankan pada digester untuk proses digesting atau pemasakan dengan pemanasan, dimana pada digester ditambahkan sulfur sehingga terbentuk sodium thiosulfate. Reaksi yang terjadi :



Larutan sodium thiosulfate kemudian dipekatkan pada evaporator, kemudian larutan pekat dipisahkan pada filter untuk proses pemisahan sodium sulfate. Larutan sodium thiosulfate keluar filter kemudian dikristalisasi menjadi sodium thiosulfate pada vacuum crystallizer. Kristal dan mother liquor kemudian dipisahkan pada centrifuge, dimana mother liquor direcycle kembali ke evaporator, sedangkan kristal sodium thiosulfate diambil sebagai produk akhir. Yields sodium thiosulfate mencapai 42,7%.

II.2. Seleksi Proses

Parameter	Macam Proses	
	Absorbsi	Digesting
Bahan Baku	Soda ash	Soda ash
Bahan pembantu	SO ₂ , S	SO ₂ , S
Alat Utama	Iron pot	Digestor
Crystallizer	atmospheric	vacuum
Instalasi Peralatan	Sederhana	Kompleks
Yields produk	85%	47,2%

Dari uraian cara pembuatan Sodium thiosulfate yang telah dijelaskan di atas, maka proses yang paling efisien adalah pembuatan sodium thiosulfate dengan proses absorpsi. Keuntungan dari proses ini adalah :

1. Bahan baku tersedia di Indonesia dengan cadangan melimpah.
2. Alat utama lebih sederhana dibandingkan proses lainnya.
3. Alat crystallizer lebih ekonomis dengan tekanan 1 atm.
4. Yields dan kemurnian produk yang diperoleh lebih tinggi.
5. Investasi lebih ekonomis, dengan menggunakan instalasi sederhana.

II.3. Uraian Proses

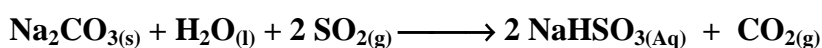
Pada pra rencana pabrik ini, dapat dibagi menjadi 3 Unit pabrik, dengan pembagian unit sebagai berikut :

- | | |
|---------------------------------|-----------------|
| 1. Unit Pengendalian Bahan Baku | Kode Unit : 100 |
| 2. Unit Proses | Kode Unit : 200 |
| 3. Unit Pengendalian Produk | Kode Unit : 300 |

Adapun uraian proses pembuatan sodium thiosulfate dengan proses absorpsi adalah sebagai berikut :

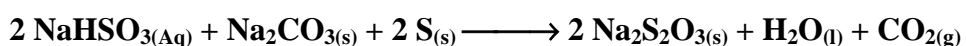
Pertama-tama soda ash dari supplier SREE International Indonesia ditampung pada silo F-110 dengan bucket elevator J-111. Soda ash kemudian diumpankan ke mixer M-140 untuk proses pelarutan dengan penambahan air proses dari utilitas. Larutan soda ash kemudian diumpankan pada kolom absorber D-150 untuk proses penyerapan. Pada kolom absorber terjadi proses penyerapan larutan soda ash dengan gas SO₂ dari tangki F-120.

Reaksi yang terjadi : (Keyes : 714)



Produk atas kolom absorber berupa limbah gas dibuang ke pengolahan limbah, sedangkan produk bawah berupa larutan sodium bisulfite diumpankan menuju ke reaktor R-210 untuk direaksikan dengan penambahan soda ash dan sulfur sehingga membentuk sodium thiosulfate.

Reaksi yang terjadi : (Keyes : 714)



Reaktor dijaga kondisinya pada tekanan 1 atm dan suhu 60°C.

Larutan sodium thiosulfate kemudian dipekatkan pada evaporator V-220 secara vacuum. Larutan sodium thiosulfate dipekatkan sampai dengan kadar 51% sehingga menjadi larutan sodium thiosulfate jenuh.

Larutan sodium thiosulfate jenuh kemudian dikristalisasi menjadi sodium thiosulfate pada crystallizer S-230. Kristal dan mother liquor kemudian dipisahkan pada centrifuge H-240, dimana mother liquor yang terpisah direcycle kembali menuju ke evaporator yang sebelumnya ditampung pada tangki F-212, sedangkan kristal basah diumpankan pada rotary dryer B-250 dengan screw conveyor J-242.

Pada Rotary Dryer B-250, kristal dikeringkan dengan udara yang berasal dari udara bebas yang dihisap oleh Blower G-252 melewati Heater E-253. Udara panas dan padatan terikut kemudian dipisahkan pada cyclone H-251, dimana udara panas dibuang ke pengolahan limbah gas, sedangkan padatan terikut diumpankan secara bersamaan dengan produk bawah rotary dryer menuju ke cooling conveyor E-260 untuk didinginkan sampai dengan suhu kamar.

Kristal sodium thiosulfate dingin, kemudian diumpankan ke ball mill C-270 dengan bucket elevator J-261. Pada ball mill, kristal dihaluskan sampai dengan 100 mesh untuk kemudian disaring pada screen H-271, dimana produk yang tidak lolos ayak direcycle kembali menuju ke ball mill dengan bucket elevator J-272 dan belt conveyor J-273, sedangkan produk yang lolos ditampung pada silo F-310 sebagai produk akhir sodium thiosulfate.